

産業技術記念館展示のねじ測定用三針の精度確認

2007/11/25

中部産業遺産研究会

日高鉄也

トヨタ自動車(株) 計測技術部

田中亀仁

1. ねじ測定用三針の精度確認に至った経緯

産業技術記念館の豊田英二記念室に展示されている写真1のねじ測定用三針の精度確認を実施しましたのでその経緯と結果を報告いたします。



ねじ測定用三針の展示の状態



ラベルの印刷、
サイズの単位はインチである



ケースから取り出したねじ測定用三針
ねじを測定する時は3本1組で使う

写真1 ねじ測定用三針

1.1 中部産業遺産研究会への参加

朝倉昭二氏(故人)から中部産業遺産研究会(以下研究会と記述)へお誘いをいただき、写真2のようなシンポジウムや多くの産業遺産の研究発表を聞かせていただきました。その中で同研究会の水野信太郎氏の「私は100年先を考えて仕事をしている」という発言を聞いた時に、私も長いこと測定関係の仕事をしているので、何か役に立つことをやっておこうという気持ちになり、次節で触れる産業技術記念館(以下記念館)に展示してある“ねじ測定用三針”の精度確認を思いつき調査を行いました。



写真2 中部産業遺産研究会のシンポジウム 2006年2月25日

1.2 ねじ測定用三針の展示の由来と精度確認の経緯

このねじ測定用三針は、記念館の説明資料(注₃)の朝日新聞の記事によりますと、フォード自動車の測定技術者の平田政夫氏が測定コンクールに入賞した際、賞品にブロックゲージ発明者のヨハンソンからもらったもので、その後、トヨタ自動車(株)豊田英二最高顧問に贈られた精密測定の歴史と由緒のあるものです。



写真3 朝日新聞の記事

このねじ三針の信頼のできる精度確認をするためには、国際的な計測システムを運用しているトヨタ自動車(株)の計測室にお願いするのが適切と考え、同社の田中氏に相談したところ快諾をいただいたので、研究会の天野氏を通して、記念館から借用してトヨタ自動車の計測技術部計測実験課のご協力で精度確認が実現しました。



写真4 測定の依頼の場面 大竹課長、日高

注。1998年5月24日 朝日新聞日曜版

(以上、執筆 日高)

2. 精度の確認

2.1 ねじ測定用三針とは

ねじは、物と物を締め付け動かないように固定するためや、ねじの回転運動により物を移動させるなどはたらきがあり、自動車等輸送機械、電気機器、一般機械、鉄骨・橋梁等の組み立て等広く使われます。ねじ測定用三針は、ねじの品質を保証するために基準として用いるねじゲージの有効径測定用基準器として用います。

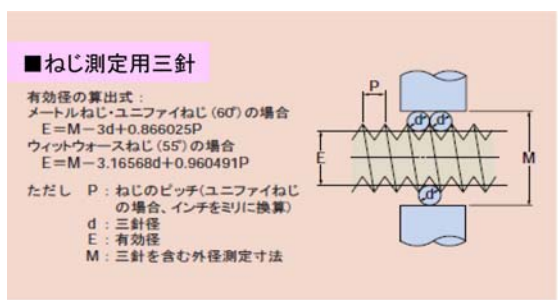


写真5 ねじの有効径の測定法

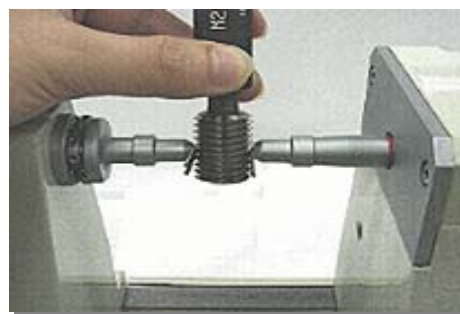


写真6 ねじゲージの測定

2.2 測定方法

精度の確認には当然ですが実物測定を行います。前出のようにこれから100年、1000年の歴史にも耐えるために、現在の国際的な計測技術水準を満たした測定方法を適用する測定は、日本工業規格(JIS B 0271:2004 ねじ測定用三針及びねじ測定用四針)、JCSS(計測法)、GUM(ISOなどの7つの国際機関の共同編集による測定の不確かさの国際文書)により、計測標準室(温度

20 ± 0.5℃)にて実施しました。

なお、測定はベテラン計測者（機械検査1級保有者）が実施しました。



写真7 計測標準室



写真8 測定の様子



写真9 マイクロメータ

2.3 ねじ測定用三針の製造メーカー及び測定データ

1) ねじ測定用三針の製造メーカー及び精度確認の数量

・ 製造メーカー

TEE VAN KEUREN CO. WATERTOWN, MASS 参考1（関係資料）

・ 精度確認数量

No. 1(0.01604), No. 2(0.01804), No. 3(0.01924), No. 4(0.02062), No. 5(0.02221)
No. 6(0.02406), No. 7(0.02624), No. 8(0.02887), No. 9(0.03207), No. 10(0.03608)
No. 11(0.04441), No. 12(0.04811), No. 13(0.05020), No. 14(0.05249)
No. 15(0.05774), No. 16(0.06415), No. 17(0.07217), No. 18(0.08248)
No. 19(0.08248), No. 20(0.09623)の20セット

(1セット3本組)で単位はインチ、ただし、No. 19はケースのみで空、No. 15及びNo. 18は各2本(各1本不足)

2) 測定データ

測定データの詳細は、付表1（測定結果）にあります。その概要を下記に示します。

3) 測定データの単位

ねじ測定用三針のケースに表記されている単位は、メートルではなくインチですので、メートル単位に変換して測定値と精度比較を行います。なお、換算式は、1inchを25.4mmとして換算しました。

4) 測定データの要約

誤差は、図1のような状態であり現在のJIS規格に合格する精度です。

プラス側の誤差の最大値は、No. 7が、+0.0026mm

マイナス側の誤差の最大値は、No. 8が、-0.0012mm

であり、標準偏差(σ)で0.00071mmと3σで0.00213mmのバラツキとなりました。

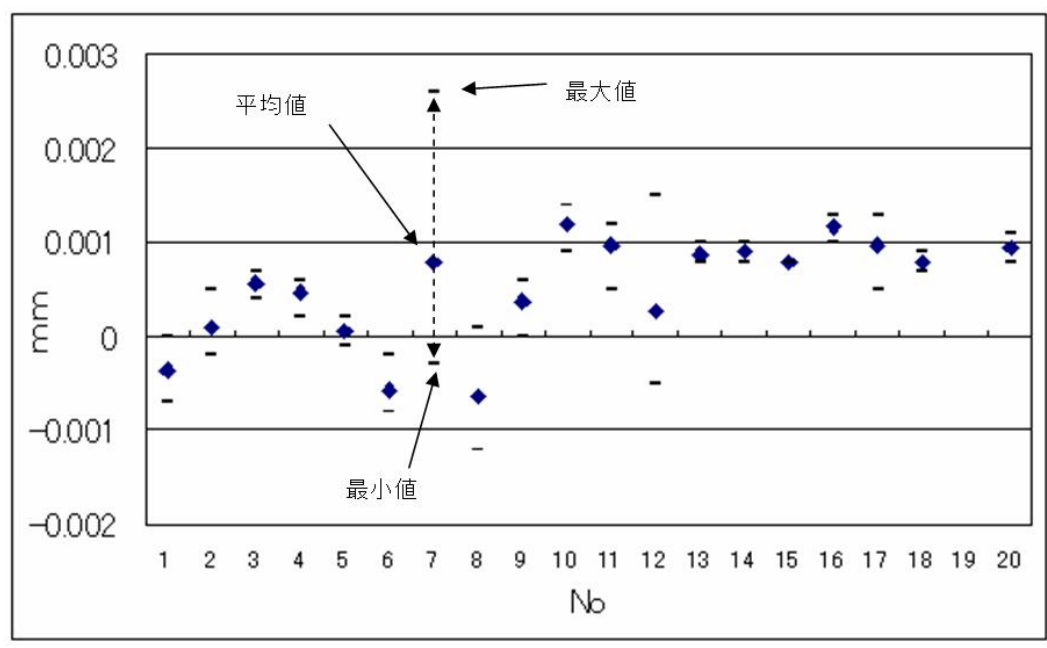


図1 誤差の推移（平均表示針径と呼び針径との差）

<結果>

J I S 許容差	三針測定結果	測定の不確かさ (k = 2)
2. 5 μm	> 2. 13 μm	(0. 46 μm)

測定の不確かさとは、測定の確からしさを表す指標で、測定結果の 2.13 μm が 95% (2σ) の信頼度で、0.46 μm 以内であることを示します。

なお、詳細は、付表 2（不確かさバジェットシート）及び付表 3（不確かさ特性要因）を参照ください。

（精度確認 執筆 田中）

参考 1(関係資料)

インターネットより VAN KEUREN. CO の 1978 年のねじ測定用三針についての資料(英文、A4 版 161 頁, PDF)が入手できます。

http://www.wbdg.org/ccb/FEDMIL/fed_h28.pdf

3. 精度確認を実施した所感

3.1 品質管理講習会の説明とねじ測定用三針の精度

私は、計量・計測関係者から断片的に聞いている話や、「測定システム解析」

(注₂)のAIAG公認の講習会で実施されているナットの寸法測定の方法に精密さの配慮が無いことから、ねじ測定用三針の精度は低いと予想していたが精度確認の結果の高い精度に驚きました。

ねじ測定用三針は、写真1のように人目を引く物ではないが、今回の精度確認から写真10のような説明板を付けることによって、ねじ測定用三針について見学者の理解が少しでも深まることを期待しています。

(日高)

3.2 計測標準の役割を再認識

自動車は、約2万点以上の部品で造られています。そのひとつにねじがあります。特に安全や性能に関係するねじの果たす役割は大変重要であり、高精度が要求されます。そのねじを測るための標準であるねじ測定用三針が、約50年前の物が現在とほぼ変わらない精度で造られていることには、当時から計測標準に対する要求が高かったことを表しているのではないかと考察します。今回のねじ測定用三針の測定は、自動車と計測標準の歴史を勉強するたいへんすばらしい機会を得ました。自動車部品の標準化のために、キャデラックが実施した画期的な量産現場での部品加工基準にヨハンソンのブロックゲージを取り入れたことやブロックゲージなくして近代産業の部品標準化をなしえなかったことを勉強することができ、改めて計測標準が果たしてきた役割を再認識しました。

(田中)

注₂ Measurement Systems Analysis (AIAG)

4. 謝辞

ねじ測定用三針の精度確認の資料作成にあたり、トヨタ自動車(株)、産業技術記念館、中部産業遺産研究会はじめ、次の方々のご協力をいただきましたことを心より厚く御礼申し上げます。

- トヨタ自動車株式会社
計測技術部長 荻野優、課長 大竹英世、チーフエキスパート(計量士) 田中亀仁、
機械検査1級技能士 平田孝
- 産業技術記念館 館長代理 則武巧一
- 中部産業遺産研究会
中部産業遺産研究会 天野武弘

付表1 測定結果

測定結果

NO	呼び針径		針の 番号	表示針径		NO	呼び針径		針の 番号	表示針径	
	(表示値:Pitch) (表示値:inch) (換算値:mm)	平均表示針径 (換算値:inch) (測定値:mm)		(測定値:mm)	(表示値:Pitch) (表示値:inch) (換算値:mm)		平均表示針径 (換算値:inch) (測定値:mm)	(測定値:mm)			
1	36	0.01502 0.4070	1	0.4067	11	13	0.04449 1.1290	1	1.1292		
	0.01504		2	0.4074		2		1.1285			
	0.4074		3	0.4070		3		1.1292			
2	32	0.01304 0.4582	1	0.4580	12	12	0.04812 1.2220	1	1.2218		
	0.01304		2	0.4582		2		1.2215			
	0.4582		3	0.4587		3		1.2235			
3	30	0.01362 0.4887	1	0.4891	13	11.5	0.05024 1.2751	1	1.2761		
	0.01324		2	0.4893		2		1.2759			
	0.4887		3	0.4894		3		1.2759			
4	28	0.02064 0.5238	1	0.5244	14	11	0.05253 1.3333	1	1.3342		
	0.02062		2	0.5240		2		1.3343			
	0.5238		3	0.5244		3		1.3341			
5	26	0.02221 0.5641	1	0.5640	15	10	0.05777 1.4666	1	1.4674		
	0.02221		2	0.5643		2		1.4674			
	0.5641		3	0.5642		3		-			
6	24	0.02404 0.6105	1	0.6103	16	9	0.06420 1.6294	1	1.6307		
	0.02406		2	0.6104		2		1.6304			
	0.6111		3	0.6109		3		1.6306			
7	22	0.02327 0.6673	1	0.6662	17	8	0.07221 1.8331	1	1.8344		
	0.02324		2	0.6691		2		1.8336			
	0.6665		3	0.6666		3		1.8342			
8	20	0.02385 0.7327	1	0.7334	18	7	0.08251 2.0950	1	2.0957		
	0.02387		2	0.7325		2		2.0959			
	0.7333		3	0.7321		3		-			
9	18	0.03209 0.8150	1	0.8146	19	-	-	1	-		
	0.03207		2	0.8152		2		-			
	0.8146		3	0.8151		3		-			
10	16	0.03613 0.9176	1	0.9173	20	6	0.09626 2.4442	1	2.4453		
	0.03608		2	0.9178		2		2.4451			
	0.9164		3	0.9177		3		2.4450			

測定年月:2007年 7月26日
 測定場所:トヨタ自動車(株)計測標準室
 温湿度 :20±1℃、50±10%
 測定者 :トヨタ自動車(株)計測技術部計測実験課
 平田(機械検査1級技能士)

標準器: JIS1級ブロックゲージ
 測定器 :マイクロケータ及びリニアゲージ
 測定の不確かさ(k=2): 0.46μm

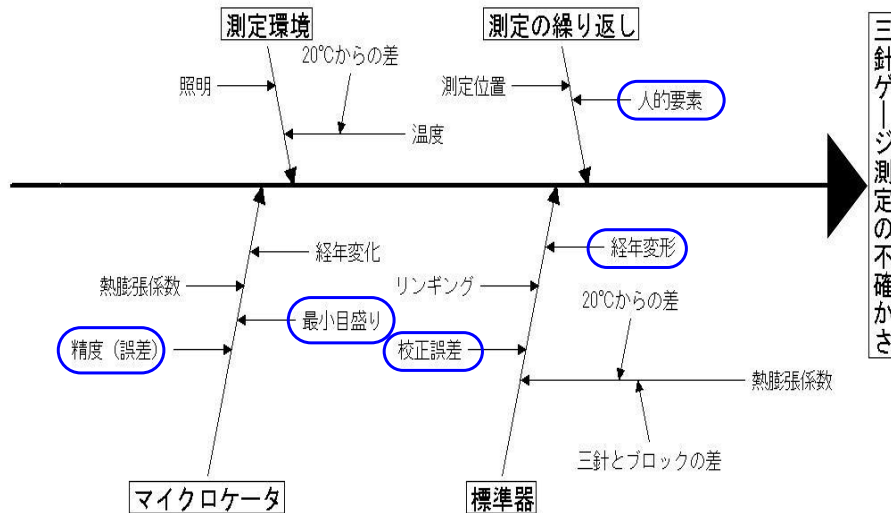
付表2 不確かさバジェットシート

計測の不確かさ算出用バジェットシート

評価年月日 07年 7月31日
 評価者 トヨタ自動車(株)計測技術部 田中

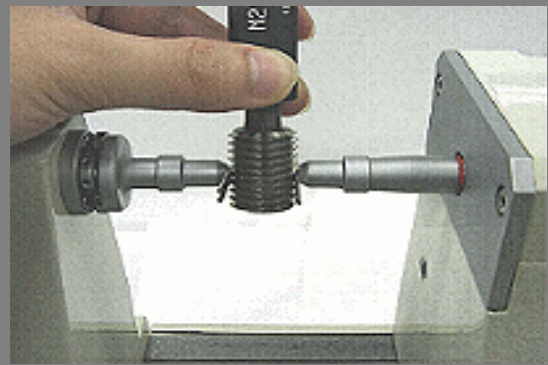
計測		計測特性		計測名称		三針の校正					
製品名				計測部位		製品規格					
計測器名		三針		製造者		計測器規格					
				型式		ねじ測定用三針 JISB0271:2004					
記号	タイプ	不確かさ要因			確率分布	除数	標準不確かさ		感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考
		要因	値	単位			値	単位			
A	u ₀	測定器校正の不確かさ	0.33	μm	正規分布	2	0.16	μm	1	0.16	
A	u ₁	測定器読取の繰り返し	0.11	μm	正規分布	1	0.11	μm	1	0.11	
B	u ₂	測定器読取の分解能	0.1	μm	矩形分布	√3	0.06	μm	1	0.06	
B	u _{G1}	ブロックゲージ校正値の無補正	0.14	μm	矩形分布	√3	0.08	μm	1	0.08	
B	u _{G2}	ブロックゲージ寸法の経年変化	0.05	μm	矩形分布	√3	0.036	μm	1	0.04	
B	u _r	ブロックゲージのリンギングの不確かさ	0.02	μm	矩形分布	√3	0.012	μm	1	0.012	
B	u _{r1}	三針とブロックゲージの熱膨張係数の差	0.001	K ⁻¹	矩形分布	√3	8.17×10^{-7}	K ⁻¹	Lθ	0	$8.17 \times 10^{-7} \times 0.01 \times 0$
B	u _{r2}	三針とブロックゲージの温度差	0.5	°C	矩形分布	√3	0.29	°C	Lα _s	0.03	$0.01 \times 11.5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1} \times 0.29$
B	u _{r3}	三針の温度20°Cからの偏差	1	°C	矩形分布	√3	0.58	°C	Lu(δ α)	0.01	$8.17 \times 10^{-7} \text{K}^{-1} \times 0.58 \times 0.01$
注)		α _s : $11.5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ L: 0.01 m, θ: 0°C									μm
u _c		合成標準不確かさ			正規分布						0.224 μm
U		拡張不確かさ			正規分布 (k=2)						0.45 μm

付表3(不確かさ特性要因)



ねじ測定用三針

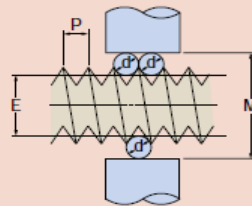
【ねじ測定用三針とは】
 ねじの基準器の“ねじゲージの有効径を測定”するための基準ゲージです。
 (右写真)



■ねじ測定用三針

有効径の算出式：
 メートルねじ・ユニファイねじ (60°) の場合
 $E = M - 3d + 0.866025P$
 ウィットワースねじ (55°) の場合
 $E = M - 3.16568d + 0.960491P$

ただし P : ねじのピッチ(ユニファイねじの場合、インチをミリに換算)
 d : 三針径
 E : 有効径
 M : 三針を含む外径測定寸法



【ねじのはたらき】

- ・固定: 物と物を締め付け動かないようにする
- ・移動: ねじの回転運動により物を移動させるなどのはたらきがあり広く使われます。

・三針寸法 0.4074~2.4442mm

・三針精度 2.13 μm (3 σ)

〔3 σ とは、99.7%が、精度2.13 μm 以内に入る確立を表します。〕

・測定の不確かさ 0.46 μm (k=2)

〔測定の不確かさは、95%が測定精度0.46 μm 以内に入る確立を表します。〕

このねじ測定用三針は、2007年8月1日に、トヨタ自動車(株)計測技術部にて、測定した結果です。

写真 10 ねじ測定用三針の説明板